

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3441736号
(P3441736)

(45)発行日 平成15年9月2日(2003.9.2)

(24)登録日 平成15年6月20日(2003.6.20)

(51)Int.Cl.⁷ 識別記号
H 0 4 N 7/30
7/32

F I
H 0 4 N 7/133 Z
7/137 Z

請求項の数9(全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-540180

(86) (22)出願日 平成9年5月2日(1997.5.2)

(65)公表番号 特表2000-510296(P2000-510296A)

(43)公表日 平成12年8月8日(2000.8.8)

(86)国際出願番号 P C T / U S 9 7 / 0 7 7 5 9

(87)国際公開番号 W O 9 7 / 0 4 2 7 6 0

(87)国際公開日 平成9年11月13日(1997.11.13)

審査請求日 平成14年11月14日(2002.11.14)

(31)優先権主張番号 0 8 / 6 4 2 , 9 0 0

(32)優先日 平成8年5月6日(1996.5.6)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

早期審査対象出願

(73)特許権者 999999999

ミュージック, ジョン, ディ.
アメリカ合衆国92589-1028 カリフォルニア州, テメキュラ, ビー. オー. ボックス 891028

(72)発明者 ミュージック, ジョン, ディ.
アメリカ合衆国92589-1028 カリフォルニア州, テメキュラ, ビー. オー. ボックス 891028

(74)代理人 999999999
弁理士 浅村 皓 (外3名)

審査官 松永 隆志

(56)参考文献 米国特許5392072 (U S, A)
米国特許5486863 (U S, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 テレビジョンシステム、コード化方法及びコード化装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルでコード化され、データの圧縮されたテレビジョンシステムにおいて、狭い帯域幅を持つ高品位のための改良が、

隣接する画素の輝度を Y_n 及び Y_{n-1} とすると、輝度差分(dY)を $dY=Y_n-Y_{n-1}$ により計算する手段と；

前記輝度差分(dY)を非線形量子化して量子化値を得る手段と；

前記輝度差分(dY)を非線形量子化した量子化値を可変ビット長符号化する手段と；

9個の画素からなる1つのブロック内の全画素の輝度の値の平均値を Y_0 値とし、ブロックの各行の最初は Y_0 値を、2番目以降は先行ブロックとの差分を量子化し符号化する手段と；

前記量子化値の可変ビット長符号化手段であって、

2

(イ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-1$ の範囲内にあるブロックを小ブロックとし、(ロ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-5$ の範囲内にあるブロックを中位小ブロックとし、(ハ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-26$ の範囲内にあるブロックを中位大ブロックとし、(ニ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値の少なくとも1つが $+/-26$ の範囲内でないブロックを大ブロックとし、これらブロックの種別を表すコードと前記輝度差分の量子化値を用いて符号化する手段；を有する、テレビジョンシステム。

【請求項2】 請求項1のテレビジョンシステムであって、更に

10

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-227547

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 11/04		Z 9187-5C		
7/13		Z 4228-5C		

審査請求 有 請求項の数8(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平3-294774

(22)出願日 平成3年(1991)10月16日

(71)出願人 591251337

ジョン ディー ミュージック

JOHN D MUSIC

アメリカ合衆国 カリフォルニア州91773

サンディマス アベニューエントラーダ

1523

(72)発明者 ジョン ディー ミュージック

アメリカ合衆国 カリフォルニア州91773

サンディマス アベニューエントラーダ

1523

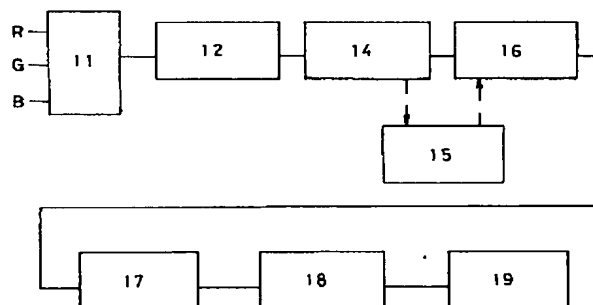
(74)代理人 弁理士 岡 誠一

(54)【発明の名称】 ビデオ信号をコード化および圧縮するための方法およびシステム

(57)【要約】

【目的】 ビデオ信号を電話回線やハードワイヤシステムのような狭帯域の伝送路を介してリアルタイムで伝送するために情報量を圧縮しビットレートを減少させるデータ圧縮システムを提供する。

【構成】 A/D変換したビデオ信号を2種類の参照値の一方を表す複数のピクセルとビットマップとからなるマトリックスのブロックにコード化し、コード化されたブロック内の非冗長性情報を発見し特定しコード化し、各ブロックを直前のフレームの対応するブロックと比較することによりブロック間の冗長性およびフレーム間の冗長性を除去し、さらに、現在のカラー値を直前のカラー値に対する差の形でコード化することにより情報量を圧縮している。



符号化された信号を遠隔受信のため送信する手段と；

送信された信号を受信して整数算術アルゴリズムを用い*

$$\text{red} = Y + (178 * (V - 64) / 128)$$

$$\text{grn} = Y + (89 * (V - 64) / 128) - (43 * (U - 64) / 128)$$

$$\text{blu} = Y + (222 * (U - 64) / 128),$$

である手段を有するテレビジョンシステム。

【請求項3】請求項2のシステムにおいて、高品位、低帯域幅、実時間でデジタルコード化され、データの圧縮されたテレビジョンシステムであつて、

アナログ対デジタルを含む世界基準RGB比率に基づく整数算術アルゴリズムに従ってx-ビットRGB値をx-ビットYUV値に変換することによりRGBアナログテレビジョン信号をデジタルYUV座標に変換する手段と、

1つの大6x6ブロックと4つの小3x3ブロックに基づいてU及びV値を差分量子化し且つ符号化する手段と、

前記非線形量子化した量子化値を得る手段は、3x3ブロックを用いてY情報を符号化するために次の技法の少なくとも1つを用いて輝度差分を量子化する手段を含み、

前記技法は、(a) 3x3ブロックにおいてYを平均する(Y0)技法、(b) 9個の画素全てに関する差分を+/-1以内で量子化する技法、(c) 輝度差分を+/-5の範囲内で量子化する技法、(d) 9個の輝度差分の全てを+/-26の範囲内で量子化する技法、(e) 9個の画素全ての輝度差分を全範囲で量子化する技法、(f) 許容誤差に基づいたY₁、Y₂をマッピングする技法を含み、

相隣接する画素の輝度の減算をし、ここにdy = (Y_n - Y * ※_{n-1})であり、その結果として、Yと比較してdyを表すのに要するビットの数を2倍にする手段と、

```

if abs(dx) > 0 and abs(dx) < 2 then dx <--- 1 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 1 and abs(dx) < 5 then dx <--- 3 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 4 and abs(dx) < 10 then dx <--- 7 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 9 and abs(dx) < 17 then dx <--- 13 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 16 and abs(dx) < 32 then dx <--- 24 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 31 and abs(dx) < 47 then dx <--- 39 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 46 then dx <--- 54 * (sgn(dx)),

```

量子化においてオーバーフロー及びアンダーフローを検査し、これによりもしdx+先のdx>127又は<0であれば、dxを次に低い量子化として再び検査し、

大ブロックのU、V値の先行する値との差を求め、大ブロックに対する小ブロックとの差を求めて量子化し、もし小ブロックのどれか1つの差がしきい値を超えれば、その小ブロックを大ブロックと共に符号化し、

符号化が一つの単一大ブロックのためか、またはその符号化がその単一大ブロックに加え1つ又はそれより多い小ブロックのためかを表示するため、大ブロックに関連した単一ビットを割当て、

大ブロックとは調節可能な誤差(UW(err))だけ異なる値を持つ任意の小ブロック、及び大ブロックの両方に対して量子化されたU及びV差分を符号化し、

小ブロック及び輝度(Y)成分を使用してY情報を符号化するため輝度差分を次の異なる技法の少なくとも1つ

*でデコードする手段であつて、

※_{n-1})であり、その結果として、Yと比較してdyを表すのに要するビットの数を2倍にする手段と、

3x3ブロックにおける全部のYの合計を、1/16+1/32+1/64を用いる整数算術で近似される9により割り算としてY0を見出だす手段と、を有するテレビジョンシステム。

【請求項4】請求項3による高品位システムであつて、前記整数算術アルゴリズムで変換する手段は、アナログ・デジタル変換器を含む高品位システム。

【請求項5】高品位、狭帯域幅ビデオのためのコード化方法であつて、

カラービデオ信号をデジタルYUV値へ変換し、

個々の画素を大ブロック内へ配列するため非線形差分量子化し、各前記ブロックは更に9個の画素からなる小ブロックに配列され、これにより大ブロック及び小ブロックの両方に対するU及びV値は、小ブロック内の全部のUとVの合計をその小ブロック内の画素の数で割り算したもので、Yに関してサブサンプリングしたUとVの値を与え、

dxに従ってUとV値を量子化し、そこにdxは、du又はdvのどちらかを意味し、また

を用いて非線形量子化し、(a) 3x3ブロックにおいてYの平均値(Y0)を求める技法、(b) 9個の画素全てに関する差分(dy)を+/-1以内で量子化する技法、(c) 輝度差分を+/-5の範囲内で量子化する技法、(d) 9個の画素全てに関する輝度差分を+/-26の範囲内で量子化する技法、(e) 9個の画素全てに関する輝度差分を全範囲で量子化する技法、(f) 許容誤差に基づいたY₁、Y₂をマッピングする技法、ここに、Y₁は、Y0より大きい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこの様な画素の数で割り算した値であり、Y₂は、Y0に等しいか又はこれより小さい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこの様な画素の数で割り算した値であり、更に

輝度差分(dy)はdy = (Y_n - Y_{n-1})であり、Yと比較してdyを表すのに要するビットの数を2倍にし、9個の画素からなる1つのブロック内の全画素の輝度の

9個の画素からなる1つのブロック内の全画素の輝度の

値の平均値を Y_0 とし、ブロックの各行の最初は Y_0 値を、2番目以降は先行ブロックとの差分を量子化し符号化する手段と；

前記非線形量子化値を可変ビット長符号化する手段であって、

(イ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-1$ の範囲内にあるブロックを小ブロックとし、(ロ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-5$ の範囲内にあるブロックを中位小ブロックとし、(ハ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-26$ の範囲内にあるブロックを中位大ブロックとし、(ニ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値の少なくとも1つが $+/-26$ の範囲内にないブロックを大ブロックとし、これらブロックの種別を表すコードと前記輝度差分の量子化値を用いて符号化し、

符号化されたデータをビットパッキングによりフォーマット化し、コード化されたデータをビデオ信号フォーマットに適合させるように編成する、ことを含むコード化*20

```

if abs(dx) > 0 and abs(dx) < 2 then dx <--- 1 * {sgn(dx)}
if abs(dx) > 1 and abs(dx) < 5 then dx <--- 3 * {sgn(dx)}
if abs(dx) > 4 and abs(dx) < 10 then dx <--- 7 * {sgn(dx)}
if abs(dx) > 9 and abs(dx) < 17 then dx <--- 13 * {sgn(dx)}
if abs(dx) > 16 and abs(dx) < 32 then dx <--- 24 * {sgn(dx)}
if abs(dx) > 31 and abs(dx) < 47 then dx <--- 39 * {sgn(dx)}
if abs(dx) > 46 and dx <--- 54 * {sgn(dx)},

```

量子化においてオーバフロー及びアンダフローを検査し、これによりもし $dx + \text{先の} dx > 127$ 又は < 0 であれば、 dx を次に低い量子化値として、再び検査する手段と；

大ブロックのU、V値の先行する値との差を求め、大ブロックに対する小ブロックの差を求めて量子化し、もし小ブロックのどれか1つの差がしきい値を超えれば、その小ブロックを大ブロックと共に符号化する手段と；

符号化が一つの単一大ブロックのためか、またはその符号化がその単一大ブロックに加え1つ又はそれより多い小ブロックのためかを表示するため、大ブロックに関連した単一ビットを割当てする手段と；

大ブロックとは調節可能な誤差に $(UV(Err))$ だけ異なる値を持つ任意の小ブロック、及び大ブロックの両方に対して量子化されたU及びV差分を符号化する手段と；小ブロック及び輝度(Y)成分を使用してY情報を符号化するため輝度差分を次の異なる技法の少なくとも1つを用いて非線形量子化する手段であって、(a) 3×3 ブロックにおいてYの平均値(Y_0)を求める技法、(b) 9個の画素全てに関する差分Yを $+/-1$ 以内で量子化する技法、(c) 輝度差分を $+/-5$ の範囲内で量子化する技法、(d) 9個の画素全てに関する輝度差分を $+/-26$ の範囲内で量子化する技法、(e) 9個の画素全て

* 方法。

【請求項6】請求項5によるコード化方法であって、そこに、

前記大ブロックを、 8×8 ブロックとし、また前記小ブロックは、 4×4 ブロックとする、コード化方法。

【請求項7】高品位、狭帯域幅ビデオ送信のためのコード化装置であって；

カラービデオ信号をデジタルYUV値に変換する手段と；

10 個々の画素を大ブロック内へ配列するため非線形差分量子化する手段であって、各前記ブロックは更に9個の画素からなる小ブロックに配列され、これにより大ブロック及び小ブロックの両方に対するU及びV値は、小ブロック内の全部のUとVの合計をその小ブロック内の画素の数で割り算したもので、Yに関してサブサンプリングしたUとVの値を与える、前記非線形差分量子化する手段と；

dx に従ってUとV値を量子化する手段であって、そこに dx は、 du 又は dv のどちらかを意味し、次の関係で定められる手段と；

に関する輝度差分を全範囲で量子化する技法、(f) 許容誤差に基づいた Y_1, Y_2 をマッピングする技法で、 Y_1 は、 Y_0 より大きい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこの様な画素の数で割り算した値であり、 Y_2 は、 Y_0 に等しいか又はこれより小さい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこの様な画素の数で割り算した値である技法、を使用する手段と；

輝度差分(dy)は $dy = (Y_n - Y_{n-1})$ であり、Yと比較して dy を表すのに要するビットの数を2倍にする手段と；

9個の画素からなる1つのブロック内の全画素の輝度の値の平均値を Y_0 値とし、ブロックの各行の最初は Y_0 値を、2番目以降は先行ブロックとの差分を量子化し符号化する手段と；

前記量子化値の可変ビット長符号化手段であって、

(イ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-1$ の範囲内にあるブロックを小ブロックとし、(ロ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-5$ の範囲内にあるブロックを中位小ブロックとし、(ハ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値が $+/-26$ の範囲内にあるブロックを中位大ブロックとし、(ニ) 9個の画素からなるブロックの各画素の前記非線形量子化した量子化値の少なくとも

1つが+/-26の範囲内にないブロックを大ブロックとし、これらブロックの種別を表すコードと前記輝度差分の量子化値を用いて符号化する手段と、
符号化されたデータをビットパッキングによりフォーマット化し、コード化されたデータをビデオ信号フォーマットに適合させるように編成する手段を有するコード化装置。

【請求項8】請求項5によるコード化方法であって、更に、
小ブロックを輝度Y1及びY2の2つの値に輝度分割することにより、Y情報の圧縮の追加のレベルを与えるため許容誤差に基づいてブロックをビットマッピングし、ここにY1は、Y0より大きい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこの様な画素の数で割り算したものであり、またY2は、Y0に等しいか又はこれより小さい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこの様な画素の数で割り算したものであり、両方の場合における除数は、以下の論理に従い常に1から8の範囲の整数であり、
if locnt>0 then Y2=Y2/locnt
if hicnt>0 then Y1=Y1/hicnt
if hicnt=0 or locnt=0 then Y1=cpt;Y2=cpt,
Y1、Y0を超える全部の画素に対する平均Y、及びY2の値を求めるため簡単化した整数算術を使用し、
一つの9ビットマップを発生させ、ここに1はその画素がY1で表されることを意味し、また0はその画素がY2で表されることを意味する、
コード化方法。

【請求項9】請求項8による方法であって、更に、
予期される発生の確率に基づいてビットマップを可変ビット長コードに変換するためルックアップテーブルを用いて、一つの処理ステップにおいて再マッピングを行い、またその再マッピング処理は、(1)低い確率及び(2)識別できる誤差を生じそうもないあるビットマップを許さないことにおける許容誤差の仮定に基づいており、前記マップは次の形式であり、

```
010 101
101or010
010 101
```

そこにこれらのマップのどれでも低振幅ブロックに対してのみ発生され、非論理的マップパターンは大抵は雑音により生じ易く、再マッピングのためのルックアップテーブルは512の可能なマップにおいて9ビットから成り、また可変ビット長コードの出力は84の可能なマップを表している、コード化方法。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、一般にテレビジョン方法及び手段に関し、特に、ピクチャ表示品質に寄与しない多数のソースから送信される冗長量により生じる帯域幅の浪費がなく、保存するテレビジョンシステムに関し、より具体的には、

反復しない画素データのみを送信するコード化システムに関する。比較的狭い帯域幅の高品位テレビジョンに対する要求が存在した存在するであろう。

背景技術

ブロックコード化方法によるテレビジョン信号圧縮が、本発明の発明者の先の特許の主題である。これ等の先行する特許は、特定の形式の冗長データの線形コード化のための特定のアルゴリズムに関し、本発明程適合的ではない。

10 サンプリングされたデジタルビデオにおいては、通常かなりの冗長量が存在し、分解能を維持するためには、アナログビデオストリームに含まれる最高周波数成分の少なくとも2倍(2x)の速度でサンプリングする必要がある。NTSCビデオに対しては、最少9MHz(2x4.5MHz)が存在するが、実際のビデオは幾らかの低周波数成分を含むために、サンプルの中に幾らかの冗長量がある。

20 他の冗長量は、各サンプルの深さをオーバサンプリングすることにより確保される。例えば、カラー当たり8ビットx3カラー(R、G、B又はY、U、Vのどれでも)をデジタル化すると、サンプル当たり24ビットとなる。各サンプルは、そこで約16.7百万の可能なカラーの一つの表すことができる。512x480でのサンプリングは、245,760個の画素を与える。たとえ、もし245,760個の画素の全部に対して異なるカラーが可能とすると、どの与えられたビデオピクチャに対しても、245,760個のカラーを表すのに18ビットだけが必要である。実際には、一つのピクチャは、比較的一定のカラーの物体から成り立つので、一つの与えられたビデオフレーム内には245,760より遥かに少ない実際のカラーが存在する。

30 ビデオにおける冗長量の別の形態は、インタフレームである。一連の個々のビデオフレームにおいて、フレーム間の差は比較的小さいことを予測することは合理的である。インタフレーム冗長量を利用すると、一般に約60%の追加の圧縮可能性が生じ得るが、常にインタフレーム冗長量があるとは限らない。実際の個々のビデオに依存して、インタフレーム冗長量は極めて高いところから零の範囲にある。

発明の開示

40 本発明は、テレビジョン通信のためのブロックコード化方法であり、これは特に高品位のために適しているが、それでいて、特殊化されたピクチャ送信及びビデオリンクの様な狭帯域の応用にも適する。ブロックコード化方法は、ピクチャ表示の品質に寄与しない多数のソースから送信される冗長量により生じる帯域幅の浪費のないシステムを提供する。本発明は、世界的に使用される4.5MHz残留側波帯の約半分の帯域幅で送達するため実時間符号化で真に高品質ビデオを生成するため差異(又は差分)オーダビデオ符号化(differential order video encoding)(DOVE)方式を利用する。効率的なコード

化アルゴリズムは、多数ソースの冗長量を発見し除去するという構想に基づきこれら冗長量を特徴付け、次に異なる情報のみを符号化するための効率的な一組のコードを実時間で創作し、完全な4.5MHz帯域幅に対する必要性を除外している。

DOVEの目的は、(a)種々様々なピクチャに対して殆ど均一であるインタフレームコード化を提供し、(b)インタフレーム冗長量における広く予期される変化性を考慮に入れて、エンコーダからの比較的低いデータ流量で良好な結果を与えるインタフレームコード化を提供し、(c)TV放送基準に合致した高品質ビデオを常に提供し、(d)マイクロ回路技術において容易に実行できるビデオコード化方法を提供することである。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の差分オーダビデオ符号化(DOVE)コード化方法の重要な手続き的要素の機能的なフロー図である。

発明を実施するための最良な形態

差分オーダビデオ符号化(DOVE)システムは、Yサンプルに関してU及びVをサブサンプリングすることによりより低い周波数のカラー成分を利用するためYUVカラー座標を使用する。

当該技術において知られているが、カラービデオに対する製造業者の基準、及び記号の定義を以下に述べるが、これについては、「無線技術者のための参考デー

$$\begin{aligned} Y &= ((38 * r) + (75 * g) + (15 * b)) / 128 \\ U &= 64 + (((-22 * r) + (-42 * g) + (64 * b)) / 128) \\ V &= 64 + (((64 * r) + (-54 * g) + (-10 * b)) / 128) \end{aligned}$$

U及びVに対する+64オフセットの目的は、これによりこれらが正の整数として処理できるようにすることである。この固定オフセットは、次に示す様にRGBビデオ

$$\begin{aligned} \text{red} &= Y + (178 * (V - 64) / 128) \\ \text{grn} &= Y + (89 * (V - 64) / 128) - (43 * (U - 64) / 128) \\ \text{blu} &= Y + (222 * (U - 64) / 128) \end{aligned}$$

DOVEコード化処理における最初のステップは、非線形差分量子化器(non-linear differential quantizer)11として最も良く示されている。もし情報が或る1つの「相違を生じる差異」として認められれば、差分量子化の構想は容易に理解される。個々の画素はブロックの中に配列される。例えば、各大きな(メイジャー)の様なブロック(6x6)は更に、4個の小さな(マイナー)ブロック、例えば、(3x3)に配列される。大ブロック及び4個の小ブロックの両方に対するU及びVの値は、3x3ブロック内の全部のUs及びVs(サフィックスSはU

```

if abs(dx) > 0 and abs(dx) < 2 then dx <--- 1 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 1 and abs(dx) < 5 then dx <--- 3 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 4 and abs(dx) < 10 then dx <--- 7 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 9 and abs(dx) < 17 then dx <--- 13 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 16 and abs(dx) < 32 then dx <--- 24 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 31 and abs(dx) < 47 then dx <--- 39 * (sgn(dx))
if abs(dx) > 46 then dx <--- 54 * (sgn(dx))

```

* タ」、H.W.サム社、ITTコーポレーション、第5版、第28-33頁を参照する。

Uは、色差コンポーネント

Vは、色差コンポーネント

Yは、輝度コンポーネント

dU=画素U-先の画素U

dV=画素V-先の画素V

dY=画素Y-先の画素Y

dx=dU又はdVのどちらかを表わし、以下の記載でU,V

10 量子化器のモデルで代用される、

Y0=一つのブロック内の全部の画素値の合計を一つのブロック内の画素の数で割つたもの、

locnt=一つのブロック内の<Y0である画素の数、

hcnt=一つのブロック内の=>Y0である画素の数、

cpt=一つのブロック内の全部の「量子化された」画素の合計を一つのブロック内の画素の数で割つたもの、

abs(dx)=最も近い整数へ丸められたdxで、端数=>0.50

0は次に高い整数に切り上げて丸められ、他の全部の端

20 数は次に低い整数に切り下げて丸められる端数を持ち、

sgn(dx)=dxの符号で、もしdxが負であれば-1で表され、もしdxが正であれば1で表され、もしdxが0であれば0で表される。

7-ビットRGB値は、世界基準RGB比率に基づく次の整数算術アルゴリズムで7-ビットYUV値に変換できる。

* 表示へ変換して戻すアルゴリズムにおいては除去される。

★又はVが複数あることを示す、以下同様)の合計を9で割り、次に4個の小ブロックのUs及びVsの合計を4で割ることにより得られる。実施を簡単にするため9による割り算は1/16+1/32+1/64を使用する整数アルゴリズムで近似される。従って、我々は、U及びVの値を、6:1:1又は3:1:1の比率でYに関してサブサンプリングして得られる。これらの値は、次にY成分に対して使用される量子化器に類似した差分量子化器を用いて量子化される。U、V量子化器のモデルは、以下に示され、ここにdxはdU又はdVのどちらかを意味する。

量子化器11からのオーバーフロー及びアンダフローのために検査12が利用され、これにより、もし $dx + \text{先の} dx > 127$ 又は < 0 であれば、そこで dx 一次に低い量子化値であり、そこで再び検査する。6x6個のUVは先行する（水平）ブロックとの差が求められ、これらの差は量子化される。4個の個々の小ブロック（3x3）は、大ブロックとの差が求められる。量子化の後、もし4個の小ブロックのどれか一つの差がしきい値を超えれば、この3x3ブロックは、大ブロックと共に符号化14される。各6x6ブロックは、それに関連した単一のビットをもち、符号化*10

*は単一の大ブロックのためであるか、又は符号化は大ブロックに加えて1個以上の小ブロックのためであるかを表示する。従ってサブサンプリング比率は6:1:1と3:1:1の間で動的に可変であり、これはU、Vにおける実際の分散、変動（variance）と較べてしきい値の設定に依存する。量子化されたU及びVの差分は、大ブロックに対して、及び（値が調節可能な）誤差（Uerr）だけ大ブロックとは異なるいかなる小ブロックに対しての両者に対して符号化される。幾つかの実際の符号化の結果は次の通りである。

du, dv	Code	0018 Qty	0036 Qty	
-54	100 1111	0	0	
-39	101 1111	11	0	
-24	110 1111	132	0	
-13	111 1111	305	5	
-7	1 0111	1,118	129	
-3	1 011	1,944	1,346	
-1	0 01	2,102	2,848	
0	0	4,639	5,005	
1	0 01	2,131	2,795	
3	0 011	2,017	1,357	
7	0 0111	1,189	92	
13	000 1111	312	2	
24	001 1111	120	1	
39	010 1111	20	0	
54	011 1111	0	0	
合計 du, dv		16,040	13,580	
大ブロック		6,720	6,720	((510/6) - 1) * (480/6) Uerr > 5 を超えるqty
小ブロック		1,300	70	
合計符号化ビット **		59,512	36,203	
Bits/Pixel		0.243	0.148	

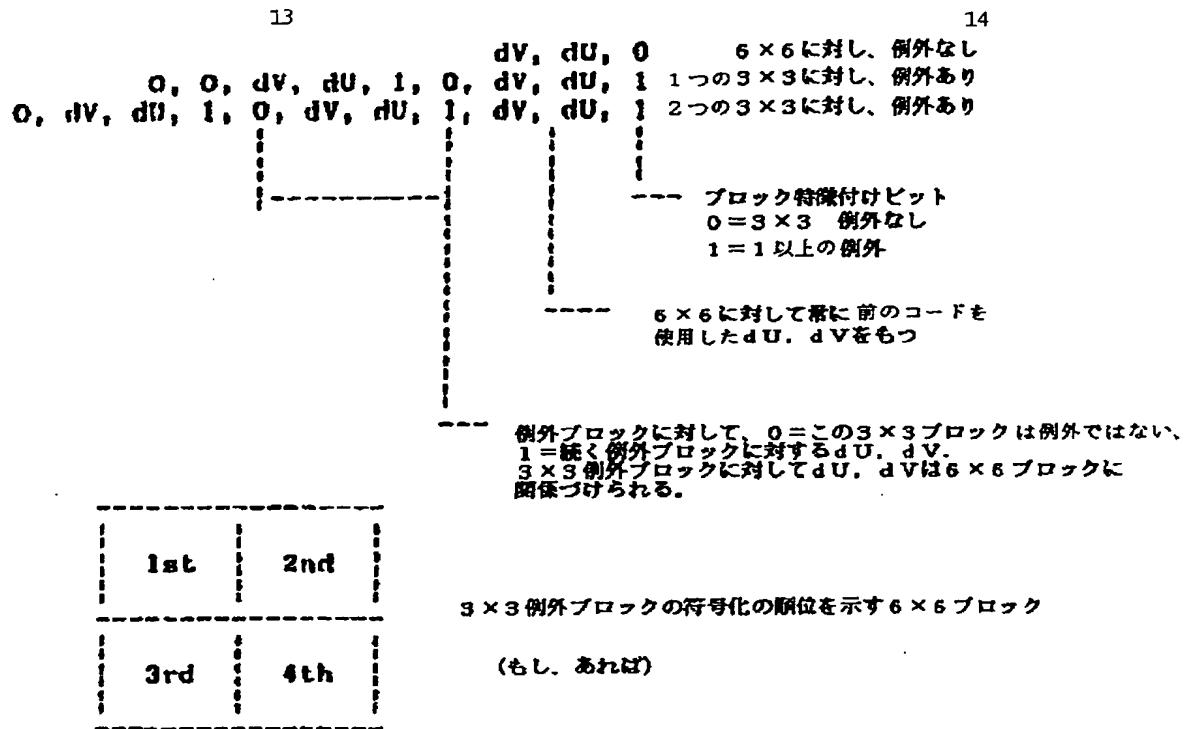
**は、開始行（row）に対するオーバーヘッド及び6:1:1及び3:

1:1ブロック特徴付けのコード化を含む。

理解できる様に、選ばれた2つのサンプルピクチャに対して、夫々58:1及び94:1の比率に対してUV成分は14ビットから0.243及び0.148に減少した。CCIRは、最高品質スタジオ作業に対して4:2:2のUVサブサンプリングを特定し、一方NTSCは4:1:1を使用する。3:1:1を使用すると

によりDOVEはNTSCより遥かに正確であるが、最高品質スタジオビデオ程は正確ではない。

典型的なUV成分に対するコード化は次の様になるであろう。



複雑さが限定されて付加されるだけで、一列のブロック内の各6x6ブロックに対する特徴付けビットは、これ等のビットをストリームにおけるブロックの各行 (row) に置くことにより圧縮できる。圧縮は、このようなビットのストリームのランレングスコード化15により行われ、何故ならば特徴付けビットが "0" (多数の冗長 "0") である高い確率があるからである。

* これらのビットのランレングスコード化のためのアルゴリズムは以下に述べる。以下のサブルーチンは、特徴付けビットは、メモリ要素、UVbuf (寸法) の中にあり、その寸法は一列内の6x6ブロックの合計数に等しい。(510画素/HKに対して85) 結果として得られるランレングス (1s又は0s) は、メモリ、LGTHbufに蓄えられる。

```

rnlngth:      ' ランレングスコードに対するサブルーチン
' 0 及び 1のランレングスに対して
lgth = 0      : flip = 0      ' 最初のビットは、常に=0、第1のブロックに
                           として例外は許されないことを意味する。
addrs = 0

for lup = 0 to 84
if UVbuf (lup) = flip then go to rnlgt2 ' もしこのビットが
                                         同じであれば進み続け、
if flip = 0 then flip = 1 else flip = 0 ' さもなければ、ビットを
                                         リバースする。
LGTHbuf (addrs) = lgth
addrs ← addrs + 1
lgth = 0
' ランレングスを蓄える
' アドレスをインクリメントする
' そしてレングスを0にリセットする

rnlgt2:
lgth ← lgth + 1
next lup

get the last length value
LGTHbuf (addrs) = lgth
RETURN
  
```

個々のランレングスは、次の様にコード化される。

15				16	
length	Code	0018 Qty		0036 Qty	
85	000 0	9		45	
1	001 0	322		43	
2	010 0	148		5	
3	011 0	50		4	
4	100 0	25		2	
5	101 0	21		2	
6	110 0	10		2	
7	111 0	15		2	
8	0001000 1				
9	0001001 1				
other		306		69	
10 - 83	xxxxxxxx 1				
84	1010100 1				
合計		906		174	
合計 RL bits		3,848		972	
特徴付けビットの圧縮		1.4:1		7:1	

Y情報を符号化する目的で、DOVEは一つの3x3ブロックを使用し、夫々のY成分は6つの異なる技法を用いて符号化される。

- 1) 3x3個のブロックにおける平均Y (Y0)
- 2) 低振幅 (小ブロック)
- 3) 中位低振幅 (中位小ブロック)
- 4) 中位高振幅 (中位大ブロック)
- 5) 高振幅 (大ブロック)
- 6) 許容誤差に基づきマッピングされたY1、Y2

Y0は、3x3ブロックにおける全部のYの合計を9で割ったものである。実施を簡単にするため、9による割り算は、 $1/16 + 1/32 + 1/64$ を使用する整数算術で近似される。先のブロック (各行の最初のY0は絶対Y0である) のY0を使用するY0差分は、次に16 (図1) で示す様に量子化される。

小ブロックは、全部の9画素に対する量子化された差分Yが、量子化されたY0に関して+/-1以内にあるブロックとして特徴付けされる。また中位小ブロックは、+/-5の範囲内の量子化された差分を持っている。中位大ブロックは、9個全て+/-26の範囲で量子化された差分を持っているが、他方大ブロックは、9個全て全範囲 (フルレンジ) で量子化された差分を持っている。

$dY = (Y_n - Y_{n-1})$ である相隣接する画素の輝度 (luminosity) の単純な減算により、Yと比較してdYを表すのに必要なビットの数を2倍にする結果となるが、その理由は、それらは全部が正の整数ではなく+/-のフルスケール値であるからである。しかし、Yより本質的により多くの冗長量がdYにあるから、冗長量は実質上増加

する。この理由は、画素間の変化、又は差は予測出来るように小さいからである。例えば、Yに対する絶対値の大部分がランダム分布であるかも知れないが、減算により0、+/-1、及び+/-2に極めて高い確率となる。

DOVE方法は、隣接する画素の差分により創作される冗長量を利用する。さらに、冗長量をそれ以上増加させるため、またdYを表すのに要求されるビットの数を減少させるため、DOVEは、16 (図1) で示される様にdYにより表される差分の値を量子化する。 $dY_{out} = dY_{in}$ (量子化された)

差を量子化する構想は、ビデオ情報の性質を考慮することにより理解出来るであろう。人間の眼は極度に非線形であり、また絶対的な大きな差を検出できるよりも相隣接する要素における輝度 (brightness) の小さな絶対的差に遥かに敏感であり且つ検知できる。TVカメラに利用されるイメージャは、本質的に線形な装置である。これらを人間の眼により似せるために、TVカメラは、「ガンマ補正」と呼ばれる非線形補正を採用し、これは輝度の高いレベルよりも低いレベルに対してより多くの正確さと感度を与える。

人間の眼の機構の理解及びかなりの実験と実験上の試験に基づいて、隣接する画素間の輝度における差を量子化するために使用される一組の値が開発され、この量子化値は以下に示される。

この量子化器に入力される値は0から+/-127である。

画素のためのdY量子化器、デルタYs及びデルタブロックY0s

```

17
if dY = 0 then dY <--- 1
if abs(dY) < 3 then dY <--- 1 * (sgn(dY))
if abs(dY) > 2 AND abs(dY) < 8 then dY <--- 5 * (sgn(dY))
if abs(dY) > 7 AND abs(dY) < 19 then dY <--- 13 * (sgn(dY))
if abs(dY) > 18 AND abs(dY) < 34 then dY <--- 26 * (sgn(dY))
if abs(dY) > 33 AND abs(dY) < 51 then dY <--- 42 * (sgn(dY))
if abs(dY) > 50 AND abs(dY) < 68 then dY <--- 59 * (sgn(dY))
if dY > 67 then dY <--- 76 * (sgn(dY))

```

これらの量子化された差分は、18（図1）に示すよう
にオーバーフロー及びアンダーフローについて検査され

る。もし、量子化されたdY+先の値>127、又は、<0
であれば、次に低い量子化された値が使用され、再び検
査される。量子化器16からは14の個々の値（即ち、+/
-1、+/-5、+/-13、+/-26、+/-42、+/
-59、及び+/-76）が出力され、dYに対する全部の値
を表すのに4ビットだけが必要である。しかし、符号化
されたものの幾つかに対する特定の値は予測可能な発生
頻度が存在するので、可変ビット長コードが使用され
る。以下に明らかにする理由により、Y情報の符号化の
目的で、画素は、幾つかのグループに、9個即ち3x3個
の画素の幾つかのブロックに割られる（図1の19）。 20

小ブロック、これらでは9個全ての画素が+/-1の
dYをもっているが、これらは画素当たり1ビット、ブロ
ックIDに対して+3ビットでコード化され、この結果、
5.25:1の圧縮に対して画素当たり1.33ビットとなり、次
の通りである。

dY	Small Block dY Code
---	-----
-1	1
1	0

中位小ブロック、これらでは9個全ての画素が+/-
5の範囲のdYをもっているが、これらは画素当たり2ビ
ット、ブロックIDに対して+3ビットにコード化され、
この結果、3:1の圧縮に対して画素当たり2.33ビットと
なり、次の通りである。

dY	Med Sml Block dT Code
---	-----
-5	11
-1	10
1	00
5	01

中位大ブロック、これらでは9個全ての画素が+/-
26の範囲のdYをもっているが、これらは画素当たり3ビ
ット、ブロックIDに対して+3ビットにコード化され、
この結果、2.1:1の圧縮に対して画素当たり3.33ビット
となり、次の通りである。

dY	Med Lrg Block dY Code
---	-----
-26	100
-13	101
-5	110
-1	111
1	000
5	001
13	010
26	011

以下に述べるのは、大ブロックにおける画素に対する
dYのコード化及び実際の統計であり、これらではブロ
ックにおける少なくとも1画素に対するdYが+/-26を超
えている。これらのブロックは、種々のdYsに対する発
生頻度の予期される確率を利用するため可変ビット長コ
ードを使用する。示される2つのテストピクチャは、高
密度（0036）及び低密度（0018）ピクチャを表す。 30

dY	Large Block dY Code	0018 Qty	0036 Qty
-76	10 111	10	27
-59	11 111	54	280
-42	1 011	362	1,876
-26	10 0	467	3,938
-13	11 0	490	6,301
-5	10 01	217	2,471
-1	11 01	89	898
1	00 01	121	1,246
5	01 01	249	2,053
13	00 0	699	3,805
26	01 0	542	3,149
42	0 011	293	2,513
59	00 111	38	398
76	01 111	6	30
合計	Pixels	3,537	27,954 (9 X 大ブロックの合計)
合計	Bits	12,158	96,331
Bits/Pixel		3.44	3.45
ブロックIDに対するADD		0.33	0.33

これらの差分の量子化及び可変ビット長コード化は、その結果としてオリジナルYデータから50%近く、またdYsの率直なコード化から約13%の節約になることが理解されるであろう。勿論、実際のコード化の結果は、統計的な分布によりピクチャ毎に変化する。コードの割当は、ピクチャ濃度の広い範囲の予期される分布に亘って均一なコード化結果が得られる様に選択された。理論的見地から及び極めて高い品質のビデオの広範な個々のフ*

* レームの試験からの両方から、上の値をもつ隣接画素間の輝度の差の量子化は、オリジナルと量子化されたピクチャの間に無視できる相違しか生じないことが分かった。量子化は、値のなかに幾らかの歪みを含むが、量子化器16は、識別できる歪みを最少に保つよう設計された。

差分の量子化の幾つかの例は以下に示される。

例1 典型的なビデオスロープ

Orig Value	Diff	Qntz Diff	New Value	Error
Yn-1 10	-	-	10	0
Yn 16	+6	+5	15	-1
Yn+1 29	+14	+13	28	-1
84	+56	+59	87	+3
89	+2	+1	88	-1
90	+2	+1	89	-1
90	+1	+1	90	0
90	0	+1	91	+1
90	-1	-1	90	0
90	0	+1	91	+1

例2 インパルス応答 (63%フルスケール)

Orig Value	Diff	Qntz Diff	New Value	Error
10	-	-	10	0
90	+80	+76	86	-4
90	+4	+5	91	+1
90	-1	-1	90	0
90	0	+1	91	+1

例3 インパルス応答 (100%フルスケール)

Orig Value	Diff	Qntz Diff	New Value	Error
0	-	-	0	0
127	+127	+76	76	-51
127	+51	+59 .. +42	118	-9
127	+9	+13 .. +5	123	-4
127	+4	+5 .. +1	124	-3
127	+3	+5 .. +1	125	-2
127	+2	+1	126	-1
127	+1	+1	127	0

信号は帯域幅が制限され、また従って立ち上がり時間が制限されているので、これ等は1つのサンプル時間内に0からフルスケールまで行くことは出来ない。76の最大量子化差分は、4.5MHzに帯域幅が制限され且つ少なくとも2x4.5MHzでサンプリングされる信号の理論的最大スループートに基づいて選択された。もし、入力信号の変化速度が4.5MHzに制限されていなかったとすれば、最大の76へ量子化する効果は、あたかも信号が1/2サンプリング速度の実効帯域幅に制限されていたかの様に立ち上がり時間を制限することになる。

許容誤差に基づくブロックのマッピングにおいて、コード化処理でのステップ20、21は、Y情報の圧縮の一つの重要な追加のレベルを与える。それは先ず3x3個のブロックを輝度の2つの値、Y1とY2に分割することを含み、Y1は、Y0より大きい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこのような画素の数で割り算したもので、またY2は、Y0に等しいかそれより小さい値をもつブロック内の全部の画素の合計をこのような画素の数で割り算したものである。

両方の場合における除数は、次の論理により常に1から8の範囲の整数である。

```
if locnt>0 then Y2=Y2/locnt
if hicnt>0 then Y1=Y1/hicnt
if hicnt=0 or locnt=0 then Y1=cpt;Y2=cpt
```

そこにlocntは、 $\leq Y0$ の画素のカウンタで、またhicntは、 $> Y0$ の画素のカウンタである。不一致の時、例えば、9個の画素が $> Y0$ の時は、量子化に起因する小変化の故に可能である。cptは、9個全ての量子化された画素の平均である。

何故ならば、もし、hicnt又はlocntが0であれば、Y1とY2の両者は強制的に $=cpt$ となり、9のカウンタは決して使用されない。従って、除数として使用される実際の可能なカウンタは、1から8の範囲内にある。実際のカウンタから1を差し引くことにより、カウンタに対するコードは0から7となり、また従って3ビットのみである。8画素の最大の合計は $127 \times 8 = 1,016$ であり、これは10ビットの数である。しかし、Y1とY2の正確さは極めて重要なものではなく、これは簡単化することができ、そして各画素のY1、Y2に対する合計を求めるのに使用さ

れるYの値は、2で割られ、切り捨てられる。従って、最大合計値は $63 \times 8 = 504$ であり、その結果9ビット値となり、そして9ビット被除数と3ビット除数となる。

要求される割り算は、リードオンリメモリのルックアップテーブルで行うことが出来る。9ビット被除数+3ビット除数は、リードオンリメモリのための12ビットアドレスを形成し、その7ビットデータ出力は商である。
($4096 \times 7 = 28,672$ ビットROM)

この簡単化された整数算術を使用して、我々は、Y1 (Y0を超える全部の画素に対する平均Y) 及びY2 (=Y0の全部の画素に対する平均Y) の値を得た。このステップは、ときには輝度分割と呼ばれる。この処理における次のステップは、9ビットマップを発生させることで、このマップでは、1は画素がY1で表されるであろうことを意味し、0は画素がY2で表されるであろうことを意味する。

マップが発生(画素当たり1ビット)された後、我々は、REMAP(再マッピング)と呼ばれるステップのオプションを持っている。輝度分割とマッピングの後、そのブロックはデコードされ、画素毎にその特定のブロック内のオリジナルの値と比較される。マッピングにより作られた誤差が受容制限以内であれば、そのブロックはマップされたブロックとして符号化される。さもなければ、それは上述の様に符号化された小、中位小、中位大又は大ブロックとなる。

誤差許容の2つの局面がある。1つは、マッピングにより生じたYにおける誤差であり、他はN画素がその誤差を超えることを許すことである。3つの種類のブロック(中位小、中位大及び大)の各々はマッピング処理へ送られ、誤差21に対して検査される。小ブロックは、画素当たり1ビットのみに符号化するので、マッピング処理は追加の圧縮を提供しない。従って、小ブロックはマッピング処理へは送られない。

差分23の量子化及び符号化Y0は前のブロックのY0を使用することによりなされ、そこでは各列の最初のY0は絶対Y0であり、小ブロックは、全部の9画素に対する量子化された差分Yは量子化されたY0に対して $+/-1$ 以内にあるブロックとして特徴付けられ、また中位小ブロックは、 $+/-5$ の範囲内の量子化された差分を持ち、ま

20

30

40

50

た中位大ブロックは、9個全てが $+/-26$ の範囲で量子化された差分を持ち、他方大ブロックは、9個全てが全範囲で量子化された差分を持っている。もし既にマッピングされていなければ、量子化された差分の符号化25がなされ、また出力するため、データのバッファリング及び編成26がなされる。

従って、そこで希求される全部の目的及び利点を遂行する新規の差分オーダービデオ符号化システム(DOVE)*

*を示し且つ記載した。主題である発明の多くの変更、修正、変形並びに他の用途及び応用は、しかし、当業者にとってこの明細書を付随する図面及び請求の範囲と共に検討した後明白となるであろう。本発明の精神及び範囲から逸脱しない総てのこの様な変更、修正、変形並びに他の用途及び応用は、以下の請求の範囲によつてのみ制限される本発明により包含されるものと考えられる。

【第1図】

